

DEVELOPMENT OF A SPLIT INVERTER AC TRAINER FOR REFRIGERATION ENGINEERING AT SMKN 3 SINGARAJA

Made Eva Sudayana, I Gede Wiratmaja*, Ni Made Novia Kusumayani

Universitas Pendidikan Ganesha, Fakultas Teknik dan Kejuruan
Jl. Udayana No.11, Banjar Tegal, Singaraja, Kabupaten Buleleng, Bali, (0362) 22570
eva.sudayana@undiksha.ac.id; wiratmaja@undiksha.ac.id*; novia.k@undiksha.ac.id

ABSTRACT/ABSTRAK

The current unavailability of learning media, specifically an inverter-technology split AC trainer, for refrigeration engineering material at SMK Negeri 3 Singaraja has led to significant difficulties for most students in understanding the working principles of split AC systems during the learning process. This research aims to develop a trainer learning medium and assess its feasibility and practicality. This study was conducted using the 4-D (Four-D Model) development model. The data analysis results indicate that this inverter-technology split AC trainer is highly feasible, based on product design expert assessments with an average percentage of 91.81% and manufacturing expert assessments with an average percentage of 91.25%. Furthermore, this inverter-technology split AC trainer learning medium is highly practical, based on respondent assessments from small groups with an average percentage of 88.21% and large groups with an average percentage of 89.68%. Therefore, it can be concluded that this trainer is highly feasible and practical for use as a demonstration learning medium, especially for students at SMK Negeri 3 Singaraja.

Belum tersedianya media pembelajaran khususnya *trainer* AC Split dengan teknologi inverter pada materi teknik pendingin di SMK Negeri 3 Singaraja membuat sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memahami sistem kerja AC Split dalam proses pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *trainer* yang akan diuji tingkat kelayakan dan kepraktisannya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model pengembangan 4-D (*Four-D Model*). Hasil analisis data menunjukkan bahwa *trainer* AC split dengan teknologi inverter ini mempunyai kualifikasi sangat layak berdasarkan dari penilaian ahli desain produk dengan presentase rata-rata 91,81% dan ahli manufaktur dengan presentase rata-rata 91,25%. Selain itu media pembelajaran *trainer* AC split dengan teknologi inverter ini mempunyai kriteria sangat praktis berdasarkan dari penilaian responden pada kelompok kecil dengan persentase rata-rata 88,21% dan pada kelompok besar dengan presentase rata-rata 89,68% sehingga dapat disimpulkan bahwa *trainer* ini sangat layak dan praktis digunakan pada sebagai media pembelajaran demonstrasi khususnya bagi siswa SMK Negeri 3 Singaraja.

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted/Received
23 Jun 2025

First Revised
29 Jun 2025

Accepted
30 Jun 2025

Online Date
01 Jul 2025

Publication Date
30 Jun 2025

Keywords:

trainer; 4-D Model; product feasibility level; product practicality level.

Kata kunci:

trainer; 4-D Model; Tingkat kelayakan produk; tingkat kepraktisan produk

1. PENDAHULUAN

Pendidikan vokasi bertujuan untuk menghasilkan tenaga kerja yang terampil dan kompeten sesuai dengan kebutuhan dunia industri. Pendidikan vokasi, atau dikenal juga sebagai pendidikan kejuruan, merupakan sistem pendidikan yang menitikberatkan pada pengembangan keterampilan praktis dan pengetahuan spesifik guna memenuhi kebutuhan dunia kerja yang terus berkembang (Suhaedin, Jalinus & Abdullah, 2023; Suparyati & Habsya, 2024). Salah satu bidang yang menjadi perhatian dalam pendidikan vokasi adalah teknologi pendinginan dan *Air Conditioner* (AC) (Martin et al., 2022). Di era revolusi industri 4.0, teknologi AC terus mengalami perkembangan, salah satunya adalah tipe *split* konvensional (Christiarini, 2020; Purba et al, 2021). Pemahaman mendalam khususnya mengenai teknologi AC ini menjadi sangat penting bagi peserta didik Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), khususnya pada program keahlian teknik pendingin (Akhmadi, Usman & Fatkhurrozak 2024; Pancane, Permana & Prawita, 2023).

Proses pembelajaran pada mata pelajaran Teknik Pendingin kelas XI SMK Negeri 3 Singaraja saat ini masih didominasi oleh metode konvensional dengan penggunaan media statis seperti *PowerPoint* (PPT), tanpa pendekatan interaktif maupun praktik langsung menggunakan alat peraga atau *trainer*. Keterbatasan metode ini menyebabkan siswa kesulitan dalam mengaitkan teori dengan praktik nyata dilapangan, terutama dalam memahami prinsip kerja AC *split inverter* yang memiliki komponen lebih kompleks dibandingkan dengan AC *split* konvensional (Afriannisa et al, 2025). Akibatnya siswa cenderung hanya menghafal teori tanpa mengetahui dan memahami cara kerja sistem secara nyata (Ngadi, 2023; Tubagus et al, 2024).

Selain itu dari hasil observasi awal diketahui bahwa media pembelajaran yang digunakan guru di kelas masih kurang interaktif dan tidak efektif dalam menyampaikan materi pelajaran. Hal ini tentunya berdampak pada rendahnya pemahaman siswa terhadap sistem kerja AC *split inverter*. Berikutnya berdasarkan hasil wawancara dengan guru pengampu mata pelajaran, diketahui bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep teknis dan cara kerja sistem AC *split inverter* yang memiliki mekanisme lebih kompleks dibandingkan tipe AC *split* konvensional.

Aneka penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berupa *trainer* /alat peraga ternyata lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Trihartanto dan Gunawan (2022) menyatakan bahwa mahasiswa mengalami peningkatan pemahaman sistem AC *split* setelah

menggunakan *trainer* dalam kegiatan praktikum. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Trihartanto et al (2023), yang menemukan bahwa penggunaan alat peraga dapat meningkatkan pemahaman teknis dan partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran. Fakta tersebut menunjukkan bahwa penerapan media *trainer AC split inverter* berpotensi menjadi solusi efektif dalam meningkatkan mutu pembelajaran khususnya bagi siswa SMK.

Dari survei pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti pada siswa menunjukkan bahwa sebanyak 30 dari 42 siswa (71%) belum memahami dengan baik sistem kerja *AC split inverter*. Kondisi ini menciptakan kesenjangan antara kompetensi siswa dengan tuntutan dunia kerja dimana salah satu penyebab utama rendahnya pemahaman siswa ini adalah kurangnya media pembelajaran interaktif yang dapat memberikan pengalaman belajar bagi siswa secara langsung (Utomo, 2023).

Berdasarkan *state of the art*, hasil wawancara dan survei pendahuluan dapat dilihat bahwa metode pembelajaran yang digunakan saat ini belum mampu memberikan pemahaman mendalam tentang teknologi pendingin yang semakin berkembang. Kurangnya media pembelajaran interaktif menjadi tantangan utama dalam penguasaan materi sistem *AC split inverter* (Kendek, 2024). Oleh karena itu sangat diperlukan pengembangan media pembelajaran berupa *trainer AC split inverter* yang akan dikaji tingkat kelayakan dan kepraktisannya sebelum diimplementasikan di lapangan dalam usaha untuk mendukung kegiatan belajar mengajar yang lebih optimal

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan produk (*Research and Development / R&D*) dengan pendekatan model 4D yang terdiri atas empat tahapan utama, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran) (Sihombing, 2024; Syahputra, Wibowo & Ramadhan, 2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa *trainer AC split inverter* yang nantinya akan digunakan dalam kegiatan pembelajaran khususnya pada mata pelajaran teknik pendingin.

Pada tahap *define*, dilakukan analisis kebutuhan terhadap materi dan media pembelajaran yang relevan, serta analisis karakteristik peserta didik untuk memastikan kesesuaian pengembangan produk. Tahap *design* meliputi perancangan awal produk berupa *flowchart*, penetapan komponen, serta spesifikasi teknis dari *trainer AC split inverter*. Tahap *develop* merupakan proses produksi *trainer* berdasarkan rancangan, diikuti dengan uji

kelayakan produk oleh dua ahli desain produk dan dua ahli manufaktur. Terakhir tahap *disseminate* dilakukan melalui penyebaran hasil penelitian melalui artikel yang dipublikasikan pada jurnal ilmiah.

Uji coba produk dilakukan dalam dua tahap, yaitu kelompok kecil yang terdiri dari 15 orang siswa dan kelompok besar yang terdiri dari 30 orang siswa. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data berupa angket yang telah diuji validitasnya oleh ahli instrumen yang relevan. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan angket/kuesioner kepada ahli desain produk, ahli manufaktur, dan siswa sebagai responden. Jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif, yang dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif yang digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan dan kepraktisan media *trainer AC split inverter* yang dikembangkan.

3. HASIL PENELITIAN

Hasil Uji Validitas Isi Instrumen

Uji validitas isi/ butir instrumen dilakukan oleh 2 validator isi instrumen dan diperoleh matrikulasi hasil yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabulasi Validitas Isi Instrumen

		Validator 1	
		Kurang Relevan	Relevan
Validator 2	Kurang Relevan	(A)	(B)
	Relevan	(C) 3	(D) 38

Menghitung validitas isi instrumen dengan menggunakan rumus :

$$\text{Validitas isi} = \frac{D}{A+B+C+D}$$

Keterangan :

- Jumlah item yang dinilai *kurang relevan* oleh kedua validator.
- Jumlah item yang dinilai *kurang relevan* oleh Validator 2, tapi *relevan* oleh Validator 1.
- Jumlah item yang dinilai *relevan* oleh Validator 2, tapi *kurang relevan* oleh Validator 1.
- Jumlah item yang dinilai *relevan* oleh kedua validator.

$$\text{Content Validity} = \frac{38}{0+0+3+38} = \frac{38}{41} = 0.926$$

Hasil uji validitas menunjukkan nilai 0,926 yang masuk dalam katagori validitas sangat tinggi sebagaimana ditampilkan dalam tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Validitas Isi Instrumen

No.	Koefisien Validitas Isi	Kriteria
1	0.80 – 1,00	Validitas Isi Sangat Tinggi
2	0,60 – 0,79	Validitas Isi Tinggi
3	0,40 – 0,59	Validitas Isi Sedang
4	0,20 – 0,39	Validitas Isi Rendah
5	0,00 – 0,19	Validitas Isi Sangat Rendah

Berdasarkan data diatas didapat perhitungan validasi isi adalah 0.926 maka dapat disimpulkan bahwa validitas isi dapat digunakan dengan kriteria koefisien yang sangat tinggi.

Hasil Uji Ahli Desain Produk

Pengujian tingkat kelayakan produk dari tataran desain produk dilakukan oleh 2 orang ahli desain produk dimana skor rata-rata tingkat kelayakan produk oleh dua orang ahli desain produk dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Matrikulasi Nilai Hasil Uji dari Kedua Ahli Desain Produk

Butir Instrumen	Nama Ahli		Rata-rata Nilai	Total rata-rata nilai
	Ahli 1	Ahli 2		
1	4	5	4,5	50,5
2	4	5	4,5	
3	4	4	4	
4	5	5	5	
5	5	5	5	
6	4	5	4,5	
7	4	4	4	
8	4	4	4	
9	5	5	5	
10	5	5	5	
11	5	5	5	

Berdasarkan dari data diatas, selanjutnya dilakukan perhitungan persentase untuk melihat kriteria hasil dari uji ahli desain.

$$P = \frac{\sum(\text{Nilai Angket})}{n \times \text{Bobot Tinggi}} \times 100\%$$

$$P = \frac{50,5}{11 \times 5} \times 100\%$$

$$P = \frac{5050}{55}$$

$$P = 91,81\%$$

Pada hasil perhitungan dari tingkat kelayakan produk oleh ahli desain, produk dapat disimpulkan bahwa media *trainer AC split* dengan teknologi *inverter*, masuk dalam kategori sangat layak dari sisi desain produk, dengan tingkat kelayakan sebesar 91,81%.

Hasil Uji Ahli Manufaktur

Pengujian tingkat kelayakan produk dari tataran manufaktur dilakukan oleh 2 orang ahli manufaktur dimana skor rata-rata tingkat kelayakan produk oleh dua orang ahli manufaktur dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Matrikulasi Nilai Hasil Uji dari Kedua Ahli Manufaktur

Butir Soal	Nama Ahli		Rata-rata Nilai	Total rata-rata nilai
	Ahli 1	Ahli 2		
1	5	5	5	36,5
2	4	5	4,5	
3	4	4	4	
4	5	5	5	
5	4	5	4,5	
6	5	4	4,5	
7	5	5	5	
8	4	4	4	

Berdasarkan dari data diatas, selanjutnya dilakukan perhitungan persentase untuk melihat kriteria hasil dari uji ahli manufaktur.

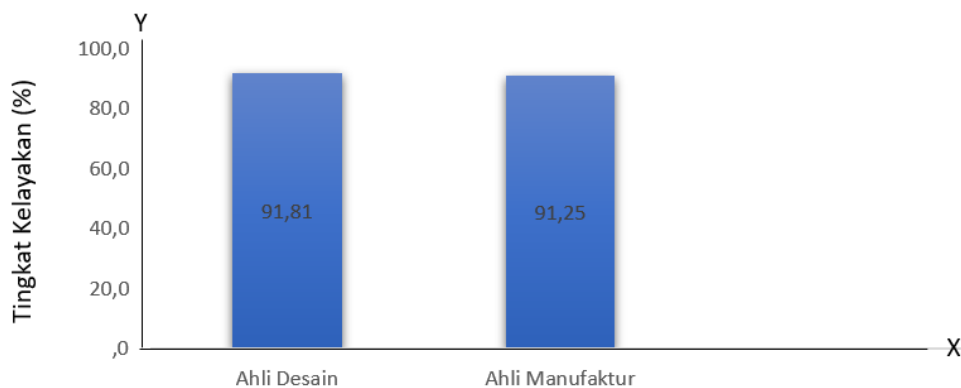
$$P = \frac{\sum(\text{Nilai Angket})}{n \times \text{Bobot Tinggi}} \times 100\%$$

$$P = \frac{36,5}{8 \times 5} \times 100\%$$

$$P = \frac{3650}{40}$$

$$P = 91,25\%$$

Pada hasil perhitungan dapat dilihat bahwa media *trainer AC split* dengan teknologi *inverter* dapat dikategorikan sangat layak dengan presentase tingkat kelayakan diatas 75%. Berdasarkan hasil penilaian ahli, diperoleh rata-rata persentase tingkat kelayakan produk sebesar 91,81% oleh ahli desain produk dan 91,25% oleh ahli manufaktur yang menunjukkan bahwa *trainer AC split* dengan teknologi *inverter* ini mempunyai tingkat kelayakan produk yang tinggi sehingga layak untuk diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Hasil Uji Kelayakan Produk Oleh Ahli Desain Dan Ahli Manufaktur

Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba kelompok kecil *trainer AC split* dengan teknologi *inverter* dilakukan kepada 15 orang siswa sebagai responden. Hasil uji kelompok kecil diperoleh sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum(\text{Nilai Angket})}{n \times \text{Bobot Tinggi}} \times 100\%$$

$$P = \frac{83,8}{19 \times 5} \times 100\%$$

$$P = \frac{8380}{95} \%$$

$$P = 88,21\%$$

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa media *trainer AC split* dengan teknologi *inverter* dapat dikategorikan sangat praktis dengan presentase tingkat kepraktisan produk diatas 75%. Dari hasil perhitungan tingkat kepraktisan produk uji kelompok kecil dapat dilihat bahwa media *trainer AC split* dengan teknologi *inverter* masuk dalam kategori praktis dari sisi kelompok kecil dengan tingkat kepraktisan sebesar 88.21%.

Hasil Uji Coba Kelompok Besar

Uji coba kelompok kecil *trainer AC split* dengan teknologi *inverter* dilakukan kepada 30 orang siswa sebagai responden. Hasil uji kelompok besar diperoleh sebagai berikut :

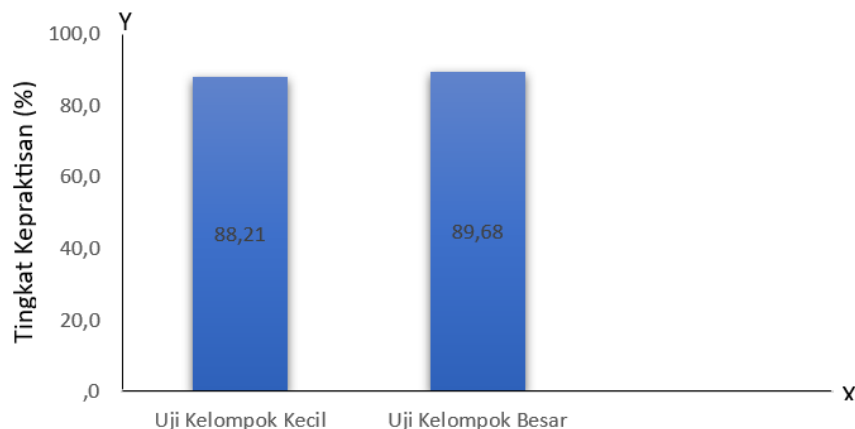
$$P = \frac{\sum(\text{Nilai Angket})}{n \times \text{Bobot Tinggi}} \times 100\%$$

$$P = \frac{85,2}{19 \times 5} \times 100\%$$

$$P = \frac{8520}{95} \%$$

$$P = 89,68\%$$

Pada hasil perhitungan dari tingkat kepraktisan produk uji kelompok besar dapat disimpulkan bahwa media *trainer AC split* dengan teknologi *inverter* masuk dalam kategori praktis dari sisi kelompok besar dengan tingkat kepraktisan sebesar 89,68%. Perbandingan tingkat kepraktisan produk berdasarkan hasil uji kelompok kecil dan kelompok besar dapat digambarkan pada grafik pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Hasil Uji Kepraktisan Produk Oleh Kelompok kecil dan Kelompok Besar

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil validasi oleh dua ahli desain dan dua ahli manufaktur, *trainer AC split* dengan teknologi *inverter* dikategorikan sangat layak dengan persentase berturut-turut

sebesar 91,81% dan 91,25%. Hal ini menunjukkan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi standar dari sisi rancangan struktur maupun aspek teknis manufakturnya.

Kelayakan dari sisi desain menunjukkan bahwa *trainer* telah memiliki struktur penyusunan komponen yang logis, estetika visual yang menarik, serta integrasi media pembelajaran interaktif (Mulia et al, 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian Christiarini (2020) yang menyatakan bahwa media interaktif dapat meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi teknis yang kompleks, termasuk sistem kerja pendinginan berbasis *inverter*. Dari sisi manufaktur, *trainer* ini juga dinilai layak karena menggunakan bahan yang kuat, sambungan yang presisi, serta instalasi sistem pipa dan kelistrikan yang sesuai standar industri (Setiawan et al, 2024).

Uji kepraktisan media dilakukan pada dua kelompok uji coba, yaitu kelompok kecil dan kelompok besar. Hasilnya menunjukkan tingkat kepraktisan produk sebesar 88,21% untuk kelompok kecil dan 89,68% untuk kelompok besar. Berdasarkan kriteria kepraktisan, media berada dalam kategori praktis dan mendekati katagori sangat praktis. Kepraktisan ini tercermin dari tanggapan siswa terhadap kemudahan penggunaan produk, daya tarik visual, serta efektivitas media dalam membantu siswa memahami sistem kerja AC *split* dengan teknologi *inverter* (Abdollah et al, 2022; Hidayatillah, Wisudaningsih & Pratama, 2022). Hal ini selaras dengan penelitian Saifullah & Tamim (2024) yang menyimpulkan bahwa keterlibatan siswa dalam pembelajaran meningkat signifikan saat media praktik digunakan dalam kelas.

Analisis data juga menunjukkan bahwa seluruh aspek penilaian memperoleh skor di atas 85%, yang artinya semua komponen produk telah bekerja optimal dalam mendukung proses pembelajaran. Selain itu, tidak ditemukan revisi besar dari para ahli maupun peserta uji coba produk, yang mengindikasikan bahwa *trainer* sudah cukup matang untuk diterapkan lebih luas. Dengan demikian, media *trainer* ini dapat dikatakan berhasil menjawab permasalahan pembelajaran konvensional yang sebelumnya tidak menyediakan visualisasi langsung sistem AC *split* dengan teknologi *inverter*.

Secara umum, pengembangan *trainer* ini berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan kualitas pembelajaran berbasis praktek di SMK. Penggunaan media *trainer* berbasis sistem pendingin dengan teknologi *inverter* memungkinkan siswa untuk tidak hanya memahami secara teoritis, tetapi juga mengalami secara langsung prinsip kerja dan komponen teknis pendingin udara modern (Arizal, Ramadani & Arif, 2023). Selain itu, *trainer* ini juga relevan dengan kebutuhan industri saat ini, yang mengarah pada penggunaan teknologi yang lebih hemat energi dan ramah lingkungan.

5. KESIMPULAN

Penelitian pengembangan produk ini telah berhasil mengembangkan *trainer AC Split* dengan teknologi *inverter* yang telah teruji sangat layak dan praktis digunakan. Kelayakan produk ini didukung oleh penilaian ahli desain produk dan ahli manufaktur, sementara kepraktisan produk dikonfirmasi melalui evaluasi responden kelompok kecil dan kelompok besar. Dengan demikian, *trainer* ini sudah sangat sesuai untuk digunakan sebagai media pendukung proses pembelajaran siswa.

REFERENSI

- Abdollah, A., Marwah, A. S., Wally, P., dan Sohilaui, I. S. S. (2022). Uji kepraktisan pengembangan alat peraga untuk siswa SMA pada konsep sistem respirasi. *KROMATIN: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 3(1), 1-12.
- Afriannisa, A., Rahma, L. H., Azhirakeisha, S. M., dan Aisyah, R. (2025). Faktor yang mempengaruhi terjadinya permasalahan mahasiswa dalam microteaching. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 11(02), 211-229.
- Akhmadi, A. N., Usman, M. K., dan Fatkhurrozak, F. (2024). Pelatihan manajemen sistem kelistrikan pendingin Air Conditioning (AC) bagi siswa jurusan teknik kendaraan ringan. *Jurnal PkM (Pengabdian kepada Masyarakat)*, 7(1), 1-5.
- Arizal, H., Ramadani, A. H., dan Arif, M. Z. (2023). Media Simulasi kelistrikan AC berbasis web pada mata kuliah praktik AC mobil. *Journal of Vocational and Technical Education (JVTE)*, 5(1), 15-23.
- Christiarini, R. (2020). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi purchase behaviour produk ac hemat listrik di kota Batam. *Journal of Global Business and Management Review*, 2(2), 30-42.
- Hidayatillah, W., Wisudaningsih, E. T., dan Pratama, L. D. (2022). Kepraktisan media pembelajaran interaktif berbasis google sites berorientasi pada hasil belajar dan minat belajar siswa. *Laplace: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 93-104.
- Kendek, D. S. (2024). Pengembangan aplikasi media pembelajaran ilmu pengetahuan alam berbasis multimedia pada siswa kelas 5 SDN 7 Tikala. *Jurnal Literasi Digital*, 4(3), 167-177.
- Martin, A., Rahman Agusta, D., Simangunsong, N., Kampus, J., Widya, B., 12, K. M., Baru, S., dan Tampan, K. (2022). Audit energi sistem tata cahaya dan tata udara lantai 2 & 3 pada bangunan gedung toko buku di Pekanbaru. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin-TURBO*, 11(2), 234-247.
- Mulia, S. B., Erdani, Y., Febrian, M. R., dan Alfian, R. F. (2022). Rancang bangun miniatur sistem kontrol dan monitoring suhu kandang close house berbasis arduino uno. *Jurnal TEDC*, 16(2), 116-125.
- Ngadi, N. (2023). Analisis model rasch untuk mengukur kompetensi pengetahuan siswa SMKN 1 Kalianget pada mata pelajaran perawatan sistem kelistrikan sepeda motor. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 6(1), 1-20.

- Pancane, I. W. D., Permana, G. P. L., dan Prawita, N. K. R. D. (2023). Development of automatically cooling and defrost system as learning media for conventional refrigeration control systems in vocational high schools. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat ISSN*, 8(1), 212-223.
- Purba, N., Yahya, M., dan Nurbaiti, N. (2021). Revolusi industri 4.0: Peran teknologi dalam eksistensi penguasaan bisnis dan implementasinya. *Jurnal perilaku dan strategi bisnis*, 9(2), 91-98.
- Saifullah, D. A., dan Tamim, Z. (2024). Inovasi penggunaan alat peraga edukatif dalam meningkatkan pemahaman siswa pada mata pelajaran fiqih materi haji. *EL-BANAT: Jurnal Pemikiran dan Pendidikan Islam*, 14(2), 281-303.
- Setiawan, I., Sadewa, E. D. A., Yuselin, N., Abikusna, S., dan Budiarti, A. (2024). Pembuatan alat peraga untuk menunjang pembelajaran praktikum perancangan proses manufaktur. *Jurnal Optimalisasi*, 10(2), 294-299.
- Sihombing, B. (2024). Model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate) dalam pembelajaran pendidikan islam. *Journal of Islamic Education El Madani*, 4(1), 11-19.
- Suhaedin, E., Jalinus, N., dan Abdullah, R. (2023). Landasan filosofi dan prinsip Pendidikan Teknologi & Kejuruan (PTK) menggunakan metode systematic literature review. *Journal on Education*, 6(1), 10317-10326.
- Suparyati, A., dan Habsya, C. (2024). Kompetensi lulusan pendidikan vokasi untuk bersaing di pasar global. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(2), 1921-1927.
- Syahputra, B., Wibowo, T., dan Ramadhan, S. T. P. (2024). Perancangan video panduan penggunaan wondershare filmora 12 menggunakan bahasa melayu dengan model 4D. *TEKNIMEDIA: Teknologi Informasi dan Multimedia*, 5(1), 1-10.
- Tubagus, M., Mudzakir, M., Lubis, E. F. R., dan Al-Amin, A. A. (2024). Studi komparatif antara pembelajaran berbasis proyek dan metode ceramah dalam memperkuat konsep fisika serta kemampuan pemecahan masalah: a comparative study between project-based learning and lecture methods in strengthening physics concepts and problem-solving skills. *NUMBERS: Jurnal Pendidikan Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(3), 120-129.
- Trihartanto, A., Artha, E. A. J., Gunawan, K., Yuliawan, K. D., dan Sutrisna, K. (2023). Pengembangan modul praktikum pada trainer AC split untuk meningkatkan kemandirian belajar mahasiswa di program studi pendidikan teknik mesin undiksha: pengembangan modul praktikum pada trainer AC split untuk meningkatkan kemandirian belajar mahasiswa di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Undiksha. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 11(1), 124-133.
- Trihartanto, A., dan Gunawan, K. (2022). Pembuatan trainer AC split sebagai media praktikum pada Laboratorium Teknik Pendingin Undiksha. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 10(1), 20-27.
- Utomo, F. T. S. (2023). Inovasi media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran era digital di Sekolah Dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(2), 3635-3645.
- Waruwu, M. (2024). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): konsep, jenis, tahapan dan kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220-1230.